



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 199 52 314 C 2**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 82 B 1/00
G 01 K 7/16
G 01 F 1/68

②① Aktenzeichen: 199 52 314.2-52
②② Anmeldetag: 29. 10. 1999
④③ Offenlegungstag: 17. 5. 2001
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 20. 6. 2002

DE 199 52 314 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
ABB Patent GmbH, 68526 Ladenburg, DE

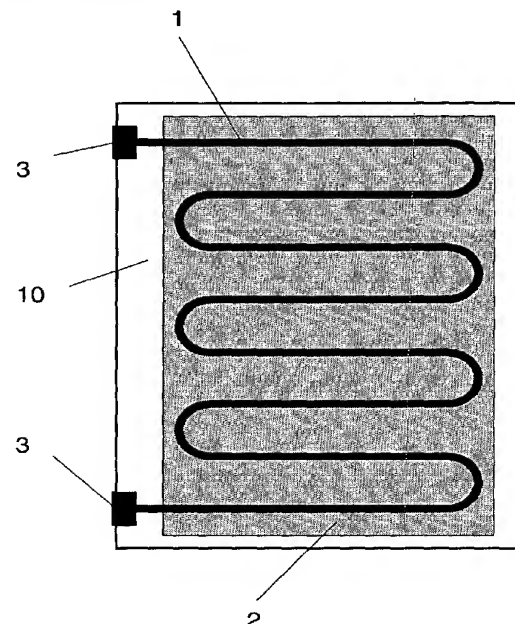
⑦④ Vertreter:
Schmidt, M., Dipl.-Phys., 42579 Heiligenhaus

⑦② Erfinder:
Horlebein, Eberhard, Dipl.-Ing., 63741
Aschaffenburg, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 197 48 725 A1
DE 197 09 165 A1
DE 90 06 967 U1
US 53 52 493 A
WO 97 15 818 A1

⑤④ Sensor, insbesondere Sensor mit planarer wirksamer Sensorfläche

⑤⑦ Sensor, insbesondere Sensor mit planarer wirksamer Sensoroberfläche, zur direkten Berührung mit dem Meßmedium, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoroberfläche bzw der Sensor (1) mit einer nanostrukturierten adhäsivitätsreduzierten, nach Art einer Lotusblattoberfläche strukturierten Oberfläche oder Passivierungsschicht (2) beschichtet ist.



DE 199 52 314 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft einen Sensor, insbesondere einen Sensor mit planarer wirksamer Sensorfläche, zur direkten Berührung mit dem Meßmedium, gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Temperaturfühler in planarer Ausgestaltung bekannt. Zur Temperaturmessung werden bspw. sogenannte Thermopaarelemente eingesetzt, die aus paarweise verknüpften Metallen bestehen. Hierbei wird zumeist ein reines Metall sowie deren Legierung an einer Kontaktstelle zusammengebracht. Mit dem Kontakt gleichen sich die Fermienergien, das heißt, die höchsten Besetzungsenergien im elektronischen Gitter des Metalles an. Beide Metallkomponenten verhalten sich jedoch bei ansteigender Temperatur unterschiedlich. Dies liegt an der elektronischen Struktur im jeweiligen metallischen Gitter. Da die Temperatur bzw. die elektronischen Zustände innerhalb des jeweiligen Metalles unterschiedlich sind, kommt es zwischen den beiden besagten Metallkomponenten zu einer elektrischen Spannung, die temperaturabhängig ist.

[0003] Solche Temperaturfühler sind in der Regel sehr träge, haben aber den Vorteil, daß sie nahezu unabgeschirmt dem Meßmedium direkt ausgesetzt werden können. Dies liegt daran, daß die eigentlich sensitive Grenzfläche die geschmolzene Trennfläche zwischen beiden Metallen ist. Diese ist somit naturgemäß nicht dem Meßmedium ausgesetzt und auch nicht der Korrosion unterworfen. Bei langzeitigem Aussetzen aggressiver Medien wird jedoch die anfangs nur oberflächlich wirkende chemische Reaktion tiefenwirksam und es kommt zur Diffusionen von Metallionen in die Grenzfläche. Auch in diesem Falle werden solche einfachen Thermopaarfühler mit der Zeit angegriffen und die Spannungsergebnisse, und damit die daraus resultierenden Temperaturwerte sind nicht mehr zuverlässig.

[0004] Zur Realisierung schnell ansprechender Thermometer werden vielfach Temperaturwiderstände benutzt, welche als Leiterbahnen auf dünne keramische oder isolierende Schichten aufgebracht werden. Das Widerstandselement ist dabei als dünner metallischer Leitpfad mäanderförmig auf den besagten Isolator aufgebracht. Durch die Tatsache, daß der Widerstandsdraht sehr dünn ist, reagiert derselbe auch deutlich schneller auf Temperaturwechsel bzw. nimmt deutlich schneller Temperaturänderungen an. Das Drahtmaterial selber ist dabei normales Drahtmaterial mit dem üblichen temperaturabhängigen Widerstandszuwachs, wie er in der Regel bei metallischen Leitern vorliegt.

[0005] Darüber hinaus sind sogenannte Dünnschichtwiderstände beispielsweise aus der DE 90 06 967 U1 beim Einsatz in einem Anemometer bekannt. Das Substratmaterial ist dabei ein elektrisch isolierender Werkstoff mit kleiner spezifischer Wärmekapazität, auf welchem ein Metallfilm, vorzugsweise aus Platin, aufgebracht ist und der zu erreichende elektrische Widerstand anschließend durch erosive Nachbearbeitung strukturiert und getrimmt wird. Oftmals werden solche Dünnschichtwiderstände abschließend passiviert, indem man eine dünne Schutzschicht aus Siliziumoxyd aufbringt. Die besagten Deckschichten sind dabei schlüssig und eben und haben eine annähernd glasartige Oberfläche. Mit einer solchen Passivierung will man erreichen, daß die Sensoren auch aggressiven Medien ausgesetzt werden können und gegenüber diesen resistent sind.

[0006] Aus der DE 197 09 165 A1 ist bekannt als Verschmutzungsschutz die Oberfläche mit Nanopartikeln zu beschichten. Hierbei erfolgt also eine gesonderte Beschichtung der Oberfläche, die Abdeckgläser für Scheinwerfer und dergleichen vor Verschmutzung schützen soll.

[0007] Aus der DE 197 48 725 A1 ist bekannt, zur Ver-

schmutzungsverhinderung die Sensoroberfläche mit Longitudinalwellen zu beaufschlagen. Hierzu werden piezoelektrische Elemente eingesetzt.

[0008] Aus der US 5 352 493 sind Beschichtungen bekannt, die gleichzeitig als Passivierungsschicht, als dielektrische Schicht, sogar als Schicht mit supraleitender Eigenschaft wirkt.

[0009] Aus der WO 97/15818 ist eine bestimmte Sensoranordnung bekannt, die in einem strahlungsdurchlässigen Gehäuse, quasi geschützt angeordnet ist. Eine solche Einhausung zur Verhinderung von Verschmutzung einzusetzen ist erheblich aufwendig, und für Sensoren, bspw. für Anemometer, die direkten Kontakt mit dem Messmedium benötigen, nicht einsetzbar.

[0010] Werden solche Sensoren jedoch dem Meßmedium ausgesetzt, so ist die Verhinderung einer chemisch reaktiven Oberflächenreaktion ein Thema. Ein anderes Thema und damit auch ein anderes Problem ist jedoch die Tatsache, daß die Oberflächen im Meßmedium verschmutzen können. Die Adsorption dünner Schmutzfilme verschlechtert dabei die thermische Ankopplung ganz enorm. Je nach Einsatzgebiet und nach Adhäsivität der im Meßmedium vorkommenden Gase oder Aerosole hängt die mittlere Betriebszeit eines solchen Sensors, innerhalb der noch adäquate Meßergebnisse erzielt werden können, davon ab. Ein Reinigungsvorgang mit Wasser oder Wasserdampf bewirkt ohne zusätzlichen mechanischen oder chemischen Eingriff keine hinreichende Reinigung der Sensoroberflächen bzw. der Passivierungsoberflächen.

[0011] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, einen Sensor der gattungsgemäßen Art dahingehend weiterzubilden, daß die Sensoroberflächen bzw. die Oberflächen der darauf aufgetragenen Passivierungsschicht deutlich weniger schmutzanfällig ist.

[0012] Die gestellte Aufgabe wird bei einem Sensor der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

[0013] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 6 angegeben.

[0014] Kern der Erfindung ist hierbei, daß die Sensoroberfläche mit einer nanostrukturierten, adhäsivitätsreduzierten, nach Art einer Lotusblattoberfläche strukturierten Oberfläche beschichtet ist. Von der Lotusblattoberfläche weiß man, daß Mikrostrukturen im Mikrometer- und Nanometerbereich die Adhäsivität auf den Oberflächen nahezu eliminiert. Das heißt, selbst pastöse, ansonsten extrem stark anhaftende Substanzen können an dieser Oberfläche nicht bleibend haften. Da aus diesem Grunde auch Wasser auf der Oberfläche nicht haften kann, bewirkt allein die Benetzung beispielsweise von Wasserdampf, daß zufällig, vielleicht nur statisch anhaftende Partikel sofort von der Oberfläche wegfließen.

[0015] Solche nanostrukturierten adhäsivitätsreduzierten Oberflächen können dabei entweder in Form spezieller Lacke aufgetragen werden, die beim Aushärten eine entsprechend strukturierte Oberfläche bilden oder durch Beschichtungen, die mit einer Ionenkanone oder einem Elektronenstrahl oder einem Laserstrahl nachträglich mikrostrukturiert werden.

[0016] In erfindungsgemäßer Ausgestaltung ist dabei ein Sensor vorgesehen, der als Temperatursensor ausgebildet ist.

[0017] Eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit ist, den Sensor für eine Anemometeranordnung in der entsprechenden Weise zu bestimmen bzw. zu strukturieren.

[0018] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist vorgegeben, daß der Sensor ohne Schutzhülle dem Meßmedium direkt ausgesetzt ist.

[0019] Solche Dünnschichtwiderstände haben aufgrund ihrer geringen spezifischen Wärmekapazität und ihrer direk-

ten Aussetzung zum Meßmedium eine sehr schnelle Temperaturführung. Mit anderen Worten sind die besagten Temperaturmeßelemente nicht träge sondern relativ flink.

[0020] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist angegeben, daß zur Realisierung höherer Temperaturen die nanostrukturierte Schicht aus nanostrukturierter Keramik besteht. Dabei können natürlich auch keramische Lacke verwendet werden, die nicht nachträglich nanostrukturiert werden müssen, sondern nach dem Austrocknungsvorgang aufgrund ihrer Materialeigenschaft ihre Oberfläche selbständig zerklüften, in der beschriebenen nanostrukturierten Weise mit dem beschriebenen Lotusblatteffekt.

[0021] In weiterer Ausgestaltung können jedoch auch temperaturfeste Polymere eingesetzt werden, die entweder nachträglich mikrostrukturiert werden oder durch eine entsprechende Beigabe nach Auftragen derselben beim Austrocknen mikrostrukturieren.

[0022] Im Meßeinsatz bedeutet dies, daß beispielsweise bei der Messung in Rauchgas die Sensoroberflächen bei herkömmlichen Sensoren extrem schnell verschmutzen. Dies führt dazu, daß die Sensoren zumeist dem Meßmedium gar nicht direkt ausgesetzt werden können. Der vorliegende erfindungsgemäße Sensor kann dies jedoch und die ansonsten extrem stark haftenden Rußpartikel bleiben, wenn überhaupt, nur oberflächlich temporär abgeschieden, werden jedoch von dem im Rauchgas vorhandenen Wasserdampf wieder von der besagten Oberfläche, an der sie ohnehin kaum Adhäsion aufbringen, abgelöst. Der Sensor ist sozusagen im Einsatz strömender Medien absolut selbstreinigend.

[0023] Damit lassen sich chemisch resistente Sensoren dieser Art in extrem einfacher Weise fertigen und ihre Meßgenauigkeit über die Betriebsdauer hin bleibt erhalten und das Meßergebnis weiterhin zuverlässig.

[0024] Die Erfindung ist in einem Ausführungsbeispiel in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend beschrieben.

[0025] Die Abbildung zeigt einen Sensor **1** als Temperaturmeßwiderstand, nach Art eines Dünnsensors. Hierbei ist der Sensor **1** bzw der Temperaturmeßwiderstand in Mäanderform als dünne Leiterbahnen auf einen keramischen Träger **10** mit kleiner spezifischer Wärmekapazität aufgebracht. Hierzu ist dann in erfindungsgemäßer Weise die Sensoroberfläche, d. h. der Temperaturmeßwiderstand **1** mit einer nanostrukturierten adhäsivitätsreduzierten Passivierungsschicht **2** beschichtet, nach Art einer Lotusblattoberfläche. Dieses ist wegen des zu erhaltenden guten thermischen Durchgangs natürlich weiterhin auch extrem dünn auszuführen. Dem Meßmedium ist dabei die nanostrukturierte Passivierungsschicht **2** in der besagten Weise zugewandt.

[0026] Dünnsensoren dieser Art können als Temperatursensor oder in einer Anemometeranordnung zum Einsatz kommen. Der Sensor kann direkt dem Meßmedium ausgesetzt werden und bedarf keiner Schutzhülle. Die Schutz- oder Passivierungsschichten selbst können dabei entweder aus keramischen Werkstoffen oder aus temperaturfesten Polymeren bestehen. Es wäre auch denkbar, die ansonsten verwendeten Siliziumoxydoberflächen durch eine entsprechende Nachbehandlung wie oben bereits dargestellt, an der der dem Meßmedium zugewandten Oberfläche in der angegebenen Weise zu nanostrukturieren, um den Lotusblatteffekt auch mit diesem bekannten Materialkomposit zu erreichen.

turierten adhäsivitätsreduzierten, nach Art einer Lotusblattoberfläche strukturierten Oberfläche oder Passivierungsschicht (**2**) beschichtet ist.

2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (**1**) ein Temperatursensor ist.

3. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (**1**) für eine Anemometeranordnung bestimmt ist.

4. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (**1**) ohne Schutzhülle dem zu messenden Medium ausgesetzt ist.

5. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Realisierung höhere Temperaturen die nanostrukturierte Passivierungsschicht (**2**) aus nanostrukturierter Keramik besteht.

6. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Realisierung höherer Temperaturen die nanostrukturierte Passivierungsschicht (**2**) aus temperaturfestem Polymerwerkstoff besteht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Sensor, insbesondere Sensor mit planarer wirksamer Sensoroberfläche, zur direkten Berührung mit dem Meßmedium, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensoroberfläche bzw der Sensor (**1**) mit einer nanostruk-

